BULLETIN

VAN HET

DELI PROEFSTATION

TE

MEDAN — SUMATRA

No. 28

Enkele resultaten van het onderzoek naar de biologie van de Tabaksluis, Myzus Persicae Sulzer.

DOOR

Dr. J. K. DE JONG

Dierkundige a/h Deli Proefstation

(with summary in English)

Typ. VAREKAMP & Co., MEDAN

ENKELE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK NAAR DE BIOLOGIE VAN DE TABAKSLUIS, MYZUS PERSICAE SULZER.

door

Dr. J. K. DE JONG

Dierkundige a/h Deli Proefstation.

INLEIDING.

In sommige jaren heeft de tabak in Deli zeer veel te lijden van een bladluis Myzus persicae Sulzer, die algemeen de tabaksluis genoemd wordt, omdat ze hier in grooten getale slechts van de tabak bekend is. Ondanks het feit, dat deze luis reeds tientallen van jaren als plaag bekend is, zijn de gegevens omtrent de biologie in Deli nog zeer schaars. Exacte gegevens omtrent levensduur, aantal jongen, dat een individu kan voortbrengen, duur van de ontwikkeling e. d. ontbreken geheel.

In het volgende vindt men de resultaten van de kweekproeven van ruim 1300 individuen, verricht in het tijdvak van Juni 1928 tot Maart 1929. Deze proeven werden breed opgezet, daar de bedoeling was de geheele biologie van Myzus onder de tropische klimaatsomstandigheden van Deli te bestudeeren. Uit den aard der zaak is het niet mogelijk om in een dergelijk kort tijdsverloop in alle onderdeelen reeds definitieve resultaten te bereiken en het zou dan ook eigenlijk prematuur zijn om reeds nu daarover te publiceeren, ware het niet, dat deze onderzoekingen wegens vertrek van den schrijver niet verder door hem voortgezet konden worden. Waar echter op verschillende punten eenige resultaten bereikt zijn, leek het niet ondienstig, vooral met het oog op het voortzetten dezer onderzoekingen de verkregen ervaringen op schrift te zetten. Uitdrukkelijk moet evenwel opgemerkt worden, dat alle resultaten nog onvolledig, sommige zelfs zeer fragmentarisch zijn. De naast de biologie van Myzus zoo belangrijke biologie van zijn verdelgers moest nog geheel onbewerkt blijven.

Voor zoover niet anders vermeld, werd Myzus steeds gekweekt op bladeren van Ipomoea triloba, welke met een nat watje op de bladvoet, om het uitdrogen tegen te gaan, geplaatst waren in petrischalen. Waarom speciaal Ipomoeabladeren gebruikt werden, wordt in een later hoofdstuk besproken. Door deze watjes werd tevens bereikt, dat de relatieve vochtigheid van de omgeving steeds

ongeveer 100% was. Elke dag werden deze bladeren door nieuwe vervangen en de zich daarop bevindende luis voorzichtig op het versche blad over geplaatst. Na eenige oefening gaat dat zeer eenvoudig. Tegelijkertijd werd dan van elk individu afzonderlijk genoteerd, of het de vorige 24 uur verveld was, hoeveel jongen het gedurende die tijd had voortgebracht en eventueele verdere bijzonderheden. Het aantal vervellingen was constant 4 en het 5de stadium, dus het geslachtsrijpe, werd bereikt in ongeveer 6 dagen. Meestal werd dan den zevenden dag met de voortplanting begonnen, zoodat het interval, d.i. de tijd, die er verloopt tusschen het bereiken van het geslachtsrijpe stadium en het begin van de voortplanting ongeveer een dag was.

Bijna nooit gelukte het alle individuen, die in een proef gebruikt werden, tot voortplanting te brengen; steeds gingen er een of meer voor de 4de vervelling tegronde, terwijl enkele andere wel het 5de stadium bereikten doch niet tot voortplanting kwamen. Ook *Weed* (29) ondervond dezelfde moeilijkheden [1]). Het aantal jongen voor de verschillende individuen is dan ook in elke proef zeer variabel en varieerde van 0 tot onder gunstige omstandigheden zelfs 104 voor één individu. Het gemiddelde aantal jongen bleek evenwel, wanneer de omstandigheden gelijk gehouden werden, vrij constant te zijn. In de volgende tabellen wordt dan ook steeds, wanneer er van totaal aantal jongen per individu gesproken wordt, de gemiddelde nakomelingschap van alle individuen in een proef bedoeld.

Voor het tijdstip van het begin van de voortplanting werd natuurlijk steeds voor elk individu afzonderlijk een geheel aantal dagen genoteerd en het behoeft wel geen verdere verklaring, dat dit aantal steeds een maximum tijd voorstelt. Het onderzoek had immers slechts eens in de 24 uur plaats. Theoretisch is het dus zelfs mogelijk, dat deze tijdsduur bijna 2 $\times$ 24 uur te groot is, daar ook het tijdstip van de geboorte niet nauwkeurig vastgesteld kon worden. De gevonden gemiddelden, die in alle proeven op dezelfde wijze bepaald werden, stellen dus steeds maxima voor; in werkelijkheid is de tijd steeds korter. Desniettegenstaande kunnen deze cijfers ons leeren, welke de invloed van de verschillende levensomstandigheden is op de ontwikkelingsduur, omdat ze alle op dezelfde wijze bepaald zijn. Onder ontwikkelingsduur wordt in deze verhandeling dus verstaan het tijdsverloop tusschen de geboorte en het begin van de voortplanting.

---

[1]) **De cijfers achter de auteursnamen verwijzen naar de literatuurlijst aan het slot van dit artikel.**

ALGEMEENE OPMERKINGEN OMTRENT MYZUS PERSICAE.

Myzus persicae is een over de geheele wereld verbreid insect, dat ter plaatse van zijn voorkomen bijna steeds zeer schadelijk is. Levensgeschiedenis, morphologie, plaats in het systeem zijn dan ook reeds lang bekend en het is derhalve niet noodig hier van deze luis een beschrijving te geven. Volstaan kan worden met te verwijzen naar o.a. de beschrijvingen van *Taylor* (27) en van *Gillette* (14).

De levensgeschiedenis in Deli is zeer eenvoudig, daar mannelijke exemplaren tot nu toe niet waargenomen zijn en de luis zich dus steeds parthenogenetisch voortplant, waarbij van tijd tot tijd gevleugelde exemplaren ontstaan, die voor de verspreiding van de soort zorgdragen. Omtrent de oorzaken van het ontstaan van deze gevleugelde exemplaren tasten wij voor een goed deel nog in het duister. Gedurende den tijd, dat er tabak te velde staat (Januari — Juni) kan de luis, wanneer de weersomstandigheden dat toelaten, in zeer grooten getale hierop voorkomen en zeer schadelijk worden. Op welke planten de luis zich in stand houdt gedurende de rest van het jaar, als er geen tabak te velde staat, is nog onbekend.

Op een enkele bijzonderheid moet evenwel nog gewezen worden.

Myzus persicae komt in tallooze kleurschakeeringen voor, welke in hoofdzaak in drie groepen gerangschikt kunnen worden, en wel een roode, een gele en een groene groep. De nakomelingen van deze verschillend gekleurde individuen blijken in de proeven ook steeds dezelfde kleur te hebben als het ongevleugelde moederdier. Waar de luizen zich hier uitsluitend parthenogenetisch voortplanten, is het natuurlijk onmogelijk dieper in dit verschil door te dringen. Slechts kan worden nagegaan of de verschillend gekleurde individuen zich behalve de kleur ook in ander opzicht van elkaar onderscheiden. Een poging om morphologische verschillen te vinden, faalde; ook bij de gevleugelde exemplaren. Deze laatste zijn in tegenstelling tot de ongevleugelde zwart gekleurd, onverschillig of ze hun ontstaan te danken hebben aan roode of aan groene ouders. Toch is het ook bij deze gevleugelde individuen mogelijk na te gaan hoe hun afstamming is en wel verraden de nakomelingen van roode exemplaren hun afstamming steeds door de aanwezigheid van roodoranjeachtig gekleurde vetbolletjes.

Het onderzoek naar physiologische verschillen had evenwel meer succes. Verschillende proeven werden genomen om na te gaan of ontwikkelingsduur en totaal aantal jongen bij de ver-

schillend gekleurde individuen ook verschillend was. Inderdaad bleek dit het geval te zijn.

Het volgende tabelletje illustreert dit.

TABEL 1.

Datum	Aantal Individuen	Kleur	Levensduur in dagen	Aantal dagen waarna voortplanting	Totaal aantal juv per ind.
14 - 29/XI 1928	10	groen [2])	6.7	geen voortpl [2])	0
	10	rood [2])	6.8	geen voortpl	0
14/XI - 3/XII 1928	10	groen	12.7	10.3 [1])	3.5
	10	rood	14.0	8.6	13.9
14/XI - 7/XII 1928	10	groen	13.6	9.6	11.3
	10	rood	10.7	7.8	21.0
13/XI - 10/XII 1928	40	groen	13.8	7.7	30.7
	40	rood	14.8	7.3	38.7
29/XI - 26/XII 1928	10	groen	14.8	6.7	46.1
	10	rood	13.3	7.1	39.3
	10	geel [2])	14.3	7.3	39.0
17/X - 10/XI 1928	20	groen	13.5	7.0	33.2
	20	rood	17.9	7.0	56.1
5 - 26/X 1928	8	groen	15.7	7.7	39.2
	6	rood	15.7	7.2	49.3
	9	geel	15.9	7.1	44.9
Date	Number of indiv.	Colour	Longevity	Number of days after which propagation starts	Total number of juv per ind.

[1]) De cijfers in deze kolom stellen steeds het gemiddelde voor van de individuen, die tot voortplanting komen; dit aantal is dus dikwijls kleiner dan het in de 2e kolom vermelde.

[2]) groen = green, rood = red, geel = yellow, geen voortpl. = no propagation.

In deze tabel kunnen slechts de cijfers, welke zich bevinden tusschen twee horizontale lijnen met elkaar vergeleken worden, omdat de individuen, die in de daarin vermelde proeven gebruikt werden, onder dezelfde omstandigheden wat temperatuur, relatieve vochtigheid en voedsterplant betreft, opgekweekt werden.

De verschillen, die we vinden voor de diverse groepen van bijv. roode indivinduen, vinden hun oorzaak in temperatuursverschillen, welker invloed op het oogenblik nog buiten beschouwing gelaten moet worden.

We zien hierin dus een bijna steeds opgaand verschil tusschen de roode en de groene luis en wel dusdanig, dat de ontwikkelingsduur van de roode exemplaren meestal iets kleiner is dan van de groene, terwijl de gemiddelde levensduur omgekeerd dikwijls iets langer is en het aantal jongen iets grooter. Deze verschillen zijn speciaal wat het aantal jongen betreft, in de meeste gevallen vrij groot en treden zoo constant in bijna alle proeven op, dat het mij vrij zeker toeschijnt, dat we hier met genotypische verschillen te maken hebben en we dus het recht hebben om van verschillende rassen te spreken. Voor de gele luis is ditzelfde ook wel waarschijnlijk; het aantal genomen proeven is evenwel te gering om nu reeds definitieve conclusies te kunnen trekken, terwijl bovendien de kleur van de individuen niet steeds constant geel is. Zoo nam ik waar, dat in een cultuur van gele luizen, die van de tabak uit het veld gehaald waren, deze na twee dagen gedurende welke zij op Ipomoea gekweekt werden hun gele kleur verloren hadden. Terugplaatsen op tabak deed evenwel de gele kleur weer terugkeeren. Dit veranderen van kleur kon in sommige gevallen ook bij de andere kleurvarieteiten waargenomen worden. Eenige roode exemplaren, die op Ipomoea batatas geplaatst werden om te onderzoeken of deze plant ook voor voedsterplant kon dienen, hadden na twee dagen een diep groene kleur gekregen, waren echter de volgende dag allen dood. De diepte van de kleur hangt trouwens ook ten zeerste samen met de voedingstoestand van het individu, terwijl de roode luis steeds een of twee dagen voor zijn dood min of meer groen wordt.

VOEDSTERPLANTEN.

Myzus persicae is een zeer polyphage soort, die voor de geheele wereld verbreid op tallooze voedsterplanten voorkomt. Ook in Deli zijn behalve de tabak reeds een aantal planten gevonden, waarop Myzus voorkwam. F u l m e k (13) geeft hiervan het volgende lijstje; Nicotiana tabacum L; Acalypha boehmerioides Miq.; Portulaca oleracea L; Senecio sonchifolius Moench.; Commelina benghalensis

L.; Cleome spec.; Ipomoea triloba L.; Physalis angulata L.; Raphanus sativus L.; Sida rhombifolia L.; Stachytarpheta indica Vahl.; Spilanthes acmella L.

Dit lijstje kan nog met tallooze soorten uitgebreid worden, want praktisch elke plant, die onder of in de buurt van verluisde tabak groeit kan op een gegeven oogenblik met Myzus persicae bezet gevonden worden. Zoo vond ik op de onderneming Arnhemia onder en bij zeer weinig met luis bezette tabak, Myzus op de volgende planten: Jussieua spec.; Ophiorrhiza spec.; Urena lobata L.; Euphorbia hirta L.; Erigeron linifolius L.; Erechtites hieracifolia Rafines; Solanum torvum Sw.; Aneilema spec.; Ageratum conyzoides Benth.; Melochia umbellata Stapf.

Het meest overvloedig vindt men de luis op deze planten zoo tegen de tijd, dat de tabak teekenen van verluisdheid gaat vertoonen, zich uitend in het optreden van de zwarte roetdauw gepaard met het klein blijven van de met luis bezette bladeren. Ook een à twee weken, nadat de tabak is uitgetrokken, kan men op deze planten zij het dan ook meestal in geringe mate nog luis vinden, na die tijd is dat mij nooit meer gelukt.

Nooit heeft men op een dezer planten luis in groote hoeveelheden gevonden dan juist ter plaatse, waar met luis bezette tabak stond of gestaan had, zoodat het wel als zeker beschouwd mag worden, hetgeen ten overvloede ook uit de kweekproeven met Portulaca bleek, dat de luis op deze planten afkomstig was van individuen, die de tabaksplant verlaten hadden. Dit verlaten van de tabaksplant door Myzus persicae, vooral wanneer het aantal individuen op een plant reeds vrij groot wordt, is een niet zoo heel zeldzaam verschijnsel en dit is vermoedelijk ook de oorzaak van de soms gehuldigde meening, dat de luis uit de grond zou komen. Men kan dan namelijk op de grond om en nabij de tabak luizen zien loopen, die omdat zij geen andere voedsterplant vinden weer op dezelfde of een andere tabaksplant naar boven klimmen, waardoor de indruk gewekt wordt, dat die individuen van uit de grond de tabak infecteeren.

Wel verre er van, dat de hier opgesomde planten alle als voedsterplanten beschouwd mogen worden, moeten we veeleer concludeeren, dat het voorkomen van Myzus hierop slechts een toevallige gebeurtenis is en dus in geen geval een criterium, waardoor wij deze planten van de niet voedsterplanten zouden kunnen onderscheiden.

Het doel van dit onderzoek was dan ook niet zoozeer het aantal bekende voedsterplanten nog uit te breiden, dan wel door kweekproeven na te gaan hoe het gedrag, vnl. de voortplanting van Myzus

op andere planten dan tabak was met als ver verwijderd doel hieruit misschien conclusies te kunnen trekken, welke planten geschikt zijn om onder de tropische omstandigheden van Deli als voedsterplanten te kunnen fungeeren gedurende den tijd, dat er geen tabak te velde staat.

Elk jaar opnieuw wordt de jonge tabak in de afdeelingen van buiten af met luis geinfecteerd en het is tot nu toe volkomen onbekend, waar de vliegende luis, die deze infectie teweeg brengt, vandaan komt. Het is toch wel merkwaardig, dat geen van de hier opgesomde planten buiten de tabakstijd door mij met Myzus persicae is gevonden, zoodat wij geen vermoeden hebben, waar de bron van de vliegende luizen gezocht moet worden. De hier genoemde planten zijn allen met uitzondering van Melochia kruiden en het is niet onmogelijk, misschien zelfs waarschijnlijk, dat Myzus persicae gezien zijn gedrag in meer gematigde luchtstreken ook hier op boomen voorkomt. Voorloopig weten wij hiervan evenwel nog niets, behalve dan de vondst van Melochia. Dit betrof evenwel een jong plantje, dat onder de tabak groeide en dit kan dus in het allergunstige geval als een aanwijzing beschouwd worden.

De in deze proeven onderzochte voedsterplanten zijn:
Nicotiana tabacum, blad van oude en van pas verspeende planten; Ipomoea triloba; Physalis angulata; Portulaca oleracea.

De reden, waarom juist deze planten uitgezocht werden om het onderzoek van de voedsterplanten te openen, was hierin gelegen dat wat de tabak betreft het opgevallen was gedurende het begin van de kweekproeven, dat het aantal jongen plotseling verminderde toen, bij gebrek aan jong blad, de luis in plaats van met bibitblad plotseling met topblad gevoed werd. Portulaca werd gebruikt, omdat *Fulmek* (12) hiervan zegt, dat in de beide door hem nagegane gevallen de planten zoodanig vol met tabaksluizen zaten, dat het moeilijk aan te nemen was, dat het hier een toevallig overloopen van enkele van tabak afkomstige tabaksluizen zou zijn. „Het ligt veel meer voor de hand, dat krokot werkelijk de mogelijkheid van een zelfstandige ontwikkeling der luizen biedt”. De beide andere, Physalis en Ipomoea waren de eerste planten, waarop door mij zelf tabaksluizen werden aangetroffen. De proeven werden, zooals reeds in de inleiding vermeld is, alle in petrischalen genomen, waarbij op de bladvoet resp. bladsteel van het afgeplukte blad een nat watje geplaatst werd. Hierdoor werd verkregen, dat de relatieve vochtigheid van de omgevende lucht steeds praktisch 100 % was. De proeven, die hier onderling vergeleken worden, werden steeds gelijktijdig genomen, zoodat de temperatuur voor allen gelijk was en dus

met de invloed hiervan te dezer plaatse geen rekening gehouden behoeft te worden.

De volgende tabel, waarin levensduur, begin van de voortplanting en totaal aantal jongen per individu zijn vermeld, geeft een overzicht van de verkregen resultaten.

TABEL 2.

Datum	Voedsterplant	Aantal individuen	Levensduur in dagen	Aantal dagen waarna voortplanting	Totaal aantal juv. per ind.
26/VIII 1928	Physalis	8	9.5	6.9	9.6
	Portulaca	5	10.4	7.8	7.8
	Nicotiana (jong) [2])	20	14.9	6.8	40.0
	Nicotiana (oud) [2])	15	7.9	7.6	7.0
	Ipomoea	19	16.5	7.3	39.1
30/VI 1928	Physalis	63	4.8	7.5 [1])	0.7
	Portulaca	24	6.0	9.6	1.5
	Nicotiana (oud)	20	10.5	10.7	9.6
	Ipomoea	38	16.9	7.9	18.4
18/IX 1928	Physalis	16	14.4	6.7	38.0
	Portulaca	9	7.4	8.0	3.9
	Ipomoea	113	14.1	7.2	36.8
10/I 1928	Physalis	23	8.9	7.2	17.4
	Ipomoea	19	14.5	6.9	41.0
Date	Foodplant	Number of indiv.	Longevity	Number of days after which propagation starts	Total number of juv. per ind.

([1] Zie noot blz. 8. In deze tabel is de ontwikkelingsduur soms langer dan de levensduur; deze schijnbare tegenstelling is het gevolg van het feit, dat de meeste individuen vroeg stierven, voordat ze tot voortplanting kwamen.

([2] jong = young, oud = old.

Bekijken we hierin in de eerste plaats de cijfers voor Portulaca. We krijgen voor de gemiddelde levensduur de getallen 7.4, 6.0 en 10.4 dagen. Dat is in vergelijking met jonge tabak en Ipomoea, waar de levensduur 15 à 16 dagen is, zeer gering. Met de voortplanting werd begonnen na 8.0, 9.6 en 7.8 dagen. [1]) De eigenlijke voortplantingsperiode is dus wel zeer kort en dit uit zich ook in het aantal voortgebrachte jongen. Dit was resp. 3.9, 1.5 en 7.8 per individu. Tellen we alle individuen, die in deze proeven gebruikt werden samen, dan blijkt, dat 31 individuen in totaal 110 jongen voortgebracht hebben. Dat is dus ruim 3 per individu. Het behoeft wel verder geen betoog, dat met dergelijke getallen van een massale vermeerdering van de luis op Portulaca geen sprake kan zijn en dat zelfs dit geringe aantal jongen niet in staat is de soort op deze plant in stand te houden. Bovendien zijn deze cijfers eigenlijk nog zeer geflatteerd, doordat gedurende de proeven tallooze jonge individuen er in slaagden uit de petrischalen te ontvluchten voor het bereiken van het geslachtsrijpe stadium. Dit ontvluchten uit de petrischalen, mogelijk gemaakt doordat deze niet altijd evengoed sloten, vindt men steeds zoodra individuen zich op een of andere wijze daar niet meer op hun gemak voelen en kan in zekere zin beschouwd worden als een index voor gunstigheid der levensomstandigheden. Ook bij de proeven met verhoogde temperaturen had ik daar steeds mee te kampen. Daarbij was het merkwaardig, dat bij stijging van de temperatuur in het laboratorium de luis van de krokot het eerst begon te verhuizen, dat daarop volgden Physalis, dan Ipomoea en daarna tabak. Ter illustratie van dit verschijnsel, dat evenwel niet verder uitgewerkt werd, diene de volgende proef, die duurde van 21/VIII — 13/IX 1928. Hierbij werden als voedsterplanten gebruikt Tabaksbibit, Ipomoea, Tabakstopblad, Physalis en Portulaca. Elke proef werd ingezet met 20 individuen, die de vorige dag geboren waren uit individuen, die op Ipomoea gekweekt waren. Het resultaat was, dat in dezelfde volgorde als de hierboven vermelde planten resp. 20, 20, 15, 8 en 5 individuen hun geheele leven in de petrischaal doorbrachten, terwijl de rest ontvlucht was. De gemiddelde temperatuur gedurende dit experiment was 28° C.

In andere gevallen was ontvluchten, doordat de petrischalen goed op elkaar pasten, buiten gesloten en dan was het mogelijk het gedrag na te gaan van de individuen, die zich om de een of andere reden op het blad niet op hun gemak bevonden. Deze

---

[1]) Zie noot bij tabel 2.

individuen konden dan in de meeste gevallen teruggevonden worden op het deksel van de petrischaal of elders tegen het glas aan, maar nooit op het blad zelf. Bij het ververschen werden zij steeds weer op het blad terug gezet, waarbij bleek, dat bijna altijd zulke individuen weer andere plaatsen trachten op te zoeken en ten slotte hieraan te gronde gingen. Hoewel dit nooit gedaan werd, zou het zeker gerechtvaardigd zijn deze ontvluchte individuen op te tellen bij het aantal niet tot voortplanting gekomenen, waardoor het gemiddeld aantal jongen per individu nog sterk verminderd zou worden.

Samenvattend kunnen we dus wat Portulaca betreft concludeeren, dat de waarnemingen er alle op wijzen, dat deze plant weinig geschikt is om buiten de tabakstijd als voedsterplant voor Myzus te dienen en dat het voorkomen hierop van deze luis op rekening moet geschreven worden van de gewoonte van deze diersoort om bij ongunstig worden van de levensomstandigheden te gaan verhuizen. Deze indruk wordt nog versterkt door de waarnemingen omtrent het gedrag van Myzus op andere planten, dat hier onder besproken wordt. De hiervoor geciteerde uitspraak van Fulmek kunnen wij dan ook in geen geval onderschrijven.

Voor Physalis zijn de uitkomsten niet zoo duidelijk als zij dit voor Portulaca waren. In de culturen van 26/VIII en 30/VI bleken de resultaten nog te blijven beneden die van Portulaca. Een herhaling op 18/IX had evenwel tot merkwaardig resultaat, dat Physalis wat levensduur en totaal aantal jongen betreft nog boven Ipomoea kwam te staan. Bij een tweede herhaling op 10/I bleef Physalis weer ver achter bij Ipomoea. Waar het goede resultaat van 18/IX aan moet worden toegeschreven is niet duidelijk, het maant evenwel tot voorzichtigheid.

Hoewel de resultaten dus niet zoo bewijzend zijn als bij Portulaca, lijkt het toch ook hier niet waarschijnlijk, dat Physalis in aanmerking komt om als voedsterplant te worden aangemerkt.

Geheel anders was de toestand bij Ipomoea. Hier bleek in alle cultures de volkomen gelijkwaardigheid wat het aantal voortgebrachte jongen betrof met tabaksbibit. Dit was een zeer gelukkige omstandighied, daar het een plant is, die zeer algemeen in de tuin van het Proefstation als onkruid voorkomt en dus op elk oogenblik in elke gewilde hoeveelheid verkrijgbaar is. Bovendien had het nog dit voordeel, dat de zoo hinderlijke druppelvorming op de klierharen van het tabaksblad hier niet voorkwam. (zie pag. 18). De resultaten van de kweekproeven op jong tabaksblad waren, zooals te verwachten was naar de massale vermeerde-

ring, die in het veld mogelijk is, zeer gunstig. Volkomen hiervan afwijkend waren de resultaten, toen inplaats van dit jonge blad het blad van de z.g. toenassen, de bladokselspruiten, gebruikt werd. Het totaal aantal jongen per individu daalde tot minder dan een vierde van het aantal, dat op het blad van de jonge tabaksplant verkregen was. De resultaten waren zelfs van dien aard, dat er aan getwijfeld kon worden of deze bladeren inderdaad aan Myzus persicae die levensomstandigheden konden bieden noodig om tot een massale ontwikkeling te kunnen geraken. Dat dit blad en zelfs ook de bloemen vaak vol bezet zijn met luis is al evenmin een bewijs voor het tegendeel als datzelfde verschijnsel bij Portulaca het was.

De ontwikkelingsduur, die uitgedrukt wordt door het aantal dagen waarna de voortplanting begint, leverde voor de verschillende voedsterplanten zeer constante verschillen op. Het kortst was deze periode bij tabaksbibit als voedsterplant, het langst bij Portulaca. De volgorde van de verschillende gebruikte voedsterplanten naar de snelheid, waarmee Myzus persicae zich daarop ontwikkelt, was in de proef, waarin alle voedsterplanten voorkwamen: Nicotiana (jong); Physalis; Ipomoea; Nicotiana (oud) en Portulaca. Merkwaardig is, dat deze volgorde niet overeen komt met de volgorde, die we zouden krijgen, wanneer we het totaal aantal jongen per individu beschouwen. Ditzelfde verschijnsel, n.l. dat korte ontwikkelingssnelheid niet samen heeft te gaan met een groot aantal jongen, zullen we ook bij de beschouwingen over de invloed van de temperatuur vinden. Hieruit blijkt dus, dat de levensomstandigheden, die het meest gunstig zijn voor de ontwikkeling, dit niet behoeven te zijn voor de voortplanting. Het is noodig op deze omstandigheid eens speciaal de aandacht te vestigen, omdat bij het beoordeelen van de invloed van het klimaat op de levensuitingen van de insecten bijna steeds de ontwikkelingsduur als grondslag voor de optimale omstandigheden genomen wordt, terwijl bij het optreden van plagen het aantal voortgebrachte jongen binnen een bepaald tijdsverloop in de meeste gevallen van veel grooter belang is.

INVLOED VAN DE RELATIEVE VOCHTIGHEID.

De invloed, die de relatieve vochtigheid van de omgeving uitoefent op de levensverrichtingen der levende wezens is in veel mindere mate bestudeerd dan dat met de temperatuur het geval is.

Bachmetjew (2) geeft van de invloed der relatieve vochtigheid op het leven der insecten de volgende samenvatting:

1° Er is een vochtigheidsoptimum voor de ontwikkeling der insecten.

2° Dit optimum is niet gelijk voor de verschillende soorten.

3° Een relatieve vochtigheid, die in een soort de ontwikkeling bespoedigt, kan die in een andere soort vertragen.

Headlee (15), die ook de invloed der relatieve vochtigheid op de stofwisseling van enkele insecten bestudeerde en naar wie de bovengenoemde drie punten geciteerd zijn, voegt hieraan nog een vierde toe:

4° De snelheid der stofwisselingsprocessen wordt bij sommige snelvoedende insecten, die over een overvloed van saprijk weefsel beschikken, niet beinvloed door groote verschillen in relatieve vochtigheid.

Hieruit zouden wij dus kunnen afleiden, daar Myzus persicae bij sub. 4 onder gebracht moet worden, dat van een groote invloed der relatieve vochtigheid weinig sprake zou zijn. Daar tegenover staat evenwel weer de publicatie van *De Long en Mathewson* (11), waarin zij voor Myzus houghtonensis tot de conclusie komen, dat hooge relatieve vochtigheid ongunstig schijnt te zijn voor een vlugge ontwikkeling, voornamelijk wanneer de temperatuur laag of middelmatig is. Bij hooge temperatuur schijnt een lage relatieve vochtigheid de ontwikkeling te versnellen.

Weed (29) komt tot het resultaat, dat voor Myzus persicae het ontwikkelingsoptimum ligt bij 28° C en 85 % relatieve vochtigheid en hij voegt hier aan toe, dat elke verandering in vochtigheid als stimulans werkt.

Daar we in Deli slechts met hooge temperaturen te maken hebben en lage relatieve vochtigheden slechts bij uitzondering voorkomen, was het gewenscht om althans orienteerend eenige proeven te verrichten om de invloed van de relatieve vochtigheid bij hooge temperaturen na te gaan. Hiertoe werden pasgeboren individuen van Myzus persicae geplaatst op Ipomoea bladeren, die in kleine reageerbuisjes gevuld met water stonden en waarvan de opening om de bladsteel door zachte parafine gesloten was, zoodat het water alleen door de bladsteel en bladschijf ontwijken kon. Deze buisjes, ieder met één blad, werden dan geplaatst in groote glazen bakken, die door glasplaten, welke aan de rand van vaseline voorzien waren, gesloten werden, zoodat elke communicatie met de buitenwereld uitgesloten was. Behalve deze buisjes bevond zich in elk van deze bakken een zelfregistreerende thermometer en hygrometer. In een der bakken werd op de bodem calciumchloride gestrooid, dat zoodra het vervloeid was door

nieuw vervangen werd. Op deze eenigszins primitieve manier werd verkregen, dat de relatieve vochtigheid zeer constant ongeveer 60 % werd. In een andere bak was het calciumchloride niet aanwezig en daardoor steeg de relatieve vochtigheid tot 100 %. Een derde serie van buisjes maakte de dagelijksche schommelingen in relatieve vochtigheid mee, zooals die in de werkkamer voorkwamen en die blijkens de ook hiervoor gebruikte hygrometer schommelde van ongeveer 100 % 's nachts tot 50 — 60 % overdag. Daar de proeven gelijktijdig genomen werden, kunnen we de temperatuur, die gedurende die tijd gemiddeld 27.7° C was, hier buiten beschouwing laten.

De resultaten voor wat betreft het aantal jongen per individu en het begin van de voortplanting vindt men in tabel 3.

TABEL 3.

Datum	Aantal individuen	Relatieve vochtigheid	Aantal dagen waarna voortplanting	Totaal aantal juv. per ind.
15/VII - 17/VIII 1928	42	60 %	8.1	21.0
15/VII - 17/VIII 1928	27	100 %	8.8	15.6
15/VII - 17/VIII 1928	42	50 - 100 %	8.6	22.8
Date	Number of indiv.	Relative humidity	Number of days after which propagation starts	Total number of juv. per ind.

De invloed van de relatieve vochtigheid in de onderzochte percentages blijkt vrij gering te zijn. De ontwikkeling is het snelst bij 60 %, terwijl bij de wisselende vochtigheid de ontwikkelingssnelheid het midden houdt tusschen die bij 60 % en bij 100 %.

Wat het aantal voortgebrachte jongen betreft, zien we tusschen de schommelende vochtigheid en de constante van 60 % weinig verschil. Bij 100 % daarentegen is het aantal jongen aanzienlijk minder. Bij een parallele cultuur in petrischaal werd

evenwel een aantal van 19.5 bereikt, waardoor het verschil dus aanmerkelijk kleiner werd. Hoewel deze proeven nog in geenen deele als beeindigd beschouwd mogen worden, laten zij toch wel deze conclusie, dat een constante hooge relatieve vochtigheid in het algemeen iets vertragend op de ontwikkelingsduur werkt en het aantal voortgebrachte jongen drukt. Waar de rest van de proeven allen genomen zijn bij een relatieve vochtigheid van 100 % moesten we dus, wanneer we de daar verkregen cijfers wilden toepassen op de waarnemingen in het veld met het bovenstaande rekening houden.

Bij deze beschouwingen kunnen die omtrent den invloed van vocht op het substraat aansluiten. Het is gebleken, dat de hoeveelheid water, die op het tabaksblad aanwezig is, een zeer groote rol in de levenskansen van het insect speelt. Het eerst werd de aandacht op deze omstandigheid gevestigd, toen Myzus persicae in petrischalen gekweekt werd op kleine bladeren van reeds iets oudere tabak. Bij deze bladeren staan de klierharen vrij dicht bij elkaar. Is nu de relatieve vochtigheid van de omgeving hoog (in het onderhavige geval in de petrischalen 100 %) dan vormen zich op de klierhaartjes kleine druppels water, die daaraan blijven hechten. Door de dichte stand van deze klierharen moet de luis op het blad noodzakelijkerwijs daarmee en met de daaraan hechtende druppels in aanraking komen. Het gevolg hiervan is, dat vele individuen dusdanig door het water omhuld worden en dit blijven, dat ze er in verdrinken. Vooral de jonge pasgeboren individuen hebben hieronder te lijden. De volwassene zijn meestal groot genoeg om zich uit zoo'n druppel te redden. Gedurende de kweekproeven was het steeds zeer lastig om dit verdrinken van de pasgeboren individuen te verhinderen. Een deel van de slechte resultaten verkregen met topblad als voedsterplant moet hieraan worden toegeschreven. Op andere bladeren dan tabak werden geen moeilijkheden ondervonden, omdat ze niet dergelijke klierharen in een zoo groot aantal vertoonden, terwijl op het eenvoudig min of meer nat zijn van het bladoppervlak door Myzus niet, althans niet merkbaar, gereageerd werd.

De zeer groote mortaliteit, die op Nicotiana (oud) in de petrischaal culturen ondervonden werd, moet dus bijna in zijn geheel toegeschreven worden aan het verdrinken van de kleinere individuen in de waterdruppels, die zich aan de klierharen vormen.

Het was nu van belang na te gaan of een dergelijk verschijnsel ook bij de te velde staande tabak kon optreden. In de najaarsaanplant van het Deli Proefstation in 1928, die op een gegeven

oogenblik zwaar van luis te lijden had, bestond de gelegenheid omtrent deze kwestie waarnemingen te doen. Inderdaad bleek toen, dat een groot deel van de luizen op het kleine blad verdrinkt, zoodra het blad gedurende een geheele dag niet droog wordt. De totale hoeveelheid regen is m.i. van minder belang, hoofdzaak is, dat de vochtigheidstoestand van de lucht dusdanig is, dat de op de planten vallende of gevallen regen niet verdampen kan. Een tropische regen van 80 mm met daarna zonneschijn heeft minder uitwerking, dan een druilerige regendag met een totale hoeveelheid neerslag van 5 mm. Dan pas ontstaan de voor de luis zoo ongunstige omstandigheden, waarin eerst de jongen en later, wanneer deze toestand eenigszins aanhoudt ook de oudere exemplaren door verdrinking tengronde gaan. Een week lang dergelijk weer was toen in staat de luizenplaag vrijwel te doen ophouden.

Het is dit verschijnsel, dat reeds lang bij de praktijksmenschen bekend was en waarvan het heette: Als eerst de regens maar door komen, dan verdwijnt de luis vanzelf.

In vele gevallen zal deze uitspraak echter ook niet opgaan, omdat de bijzondere omstandigheden, die het verdrinken mogelijk maakten, niet aanwezig waren. Elke dag met in de namiddag een regenbui en mooi weer de rest van de tijd zal de luisplaag minder doen verminderen dan een week lang bedekte lucht met desnoods geringe neerslag. Evenwel spelen naast de vochtigheid natuurlijk ook nog andere factoren, o.a. temperatuur, een rol.

INVLOED VAN DE TEMPERATUUR.

De invloed van de temperatuur op de levende wezens is, althans wat de praktische zijde van het vraagstuk betreft gebonden aan zeer eenvoudige regels. Het kan niet in de bedoeling liggen hier een uitvoerige samenvatting over deze literatuur te geven, de voornaamste publicaties op dit gebied vindt men vermeld in de literatuuropgave. De resultaten, die bij de proeven met verschillende temperaturen bereikt werden, vindt men samengesteld in tabel 4., waarin men voor de verschillende temperaturen de levensduur, het aantal dagen waarna met de voortplanting begonnen werd en het totaal aantal jongen per individu kan vinden.

TABEL 4.

No.	Datum	Aantal individuen	Gemiddelde dagelijksche temperatuur in °C	Levensduur in dagen	Aantal dagen waarna voortplanting	Totaal aantal juv. per ind.
1	17/IX 28	21	30.8	6.9	**geen voortpl.**	0
2	14/XI 28	10	30.1	6.7	id.	0
3	17/IX 28	44	28.4	13.3	8.1	19.6
4	17/IX 28	113	27.6	14.1	7.2	31.3
5	5/X 28	8	27.1	15.7	7.7	39.3
6	13/XI 28	40	26.9	13.8	7.6	30.7
7	17/X 28	20	26.7	13.4	7.0	33.2
8	10/I 29	19	26.5	14.5	6.9	41.0
9	29/I 29	18	26.5	16.8	7.1	45.0
10	29/I 29	17	24.5	18.5	7.6	54.7
11	10/I 29	29	24.5	20.4	7.5	66.0
	Date	Number of indv.	Mean daily temper. in °C	Longevity	Number of days after which propagation starts	Total number of juv. per ind.

Alvorens deze cijfers iets nauwkeuriger te beschouwen, is het noodig een en ander mede te deelen omtrent de temperaturen, waarmee gewerkt werd. Het was n.l. onmogelijk constante temperaturen te verkrijgen en de opgegeven waarden stellen dus alle de gemiddelden voor van de gemiddelde dagelijksche temperaturen gedurende het geheele verloop van de proef. Deze dagelijksche gemiddelden werden berekend door het gemiddelde te nemen van de temperaturen op elk vol uur van de dag. Door zelfregistreerende thermometers werden deze temperaturen opgenomen. Over het

algemeen waren de dagelijksche temperatuurschommelingen vrij gering en overschreden de 5° C niet, behalve bij de laatste proeven, waarbij voor het verkrijgen van een laag gemiddelde gebruik gemaakt moest worden van een ijskist, waarin de petrischalen met de proefdieren gedurende de nacht geplaatst werden. Hier bedroeg de dagelijksche schommeling tot 10° C en meer. Om de hoogere temperaturen te verkrijgen werd gebruik gemaakt van een droogstoof, waarin de temperatuur op een verhoogd niveau in iets geringere mate dagelijksche schommelingen mede maakte. Het verschil tusschen maximum en minimum temperatuur bedroeg hier nooit meer dan hoogstens 4° C.

Het resultaat van deze proeven was zeer duidelijk en volkomen regelmatig. Wat de levensduur betreft zien we, dat deze bij dalende temperatuur eerst vrij snel van 7 tot ruim 13 dagen stijgt, daarna meer geleidelijk totdat een maximum van ruim 20 dagen verkregen wordt. Hetzelfde verloop zien we bij het aantal voortgebrachte jongen. Dit is nul bij de hoogste temperaturen, stijgt dan vrij snel tot ongeveer 30 en daarna meer geleidelijk tot ruim 60.

Een iets ander verloop krijgen we, wanneer we de ontwikkelingsduur nagaan. We zien een maximum van ongeveer 7 dagen bij een temperatuur van 26.5° C, welk aantal zeer snel stijgt naarmate de temperatuur stijgt en reeds bij 30° oneindig is geworden, d.w.z. dat geen voortplanting meer optreedt. Naar de andere kant stijgt het aantal dagen ook, veel langzamer naarmate de temperatuur verder daalt. Het is duidelijk, dat we wat de ontwikkelingssnelheid betreft hier bij een teperatuur van 26.5° C en een relatieve vochtigheid van 100 % het optimum voor de ontwikkeling bereikt hebben. Naarmate dit optimum overschreden wordt, gaat de ontwikkeling langzamer en bij 30° C is voortplanting reeds onmogelijk.

Dit optimum valt zooals uit de tabel blijkt niet samen met het optimale aantal jongen per individu. Dit ligt beneden de 26.5° C. Uit de proeven blijkt niet of dit optimum reeds bereikt is bij 24.5° C. Ook wanneer we het aantal jongen binnen een bepaald tijdsverloop bijv. 16 dagen berekenen, blijkt, dat no. 11 een optimum is voor de onderzochte temperaturen.

Bij de beoordeeling van deze cijfers is eenige reserve geboden. De temperatuur schommelingen zijn bij de laatste nos. veel grooter dan bij de andere en waar verandering in temperatuur steeds als stimulans werkt, is het niet buitengesloten, dat bij een gemiddelde temperatuur van 24.5° C. met een verschil tusschen maximum en minimum van minder dan 5° deze cijfers anders uit zouden vallen. Dat ze evenwel zouden dalen tot 45 zooals bij 26.5 graad lijkt

onwaarschijnlijk. We vinden dus, dat bij een relatieve vochtigheid van 100 % het optimum voor de ontwikkelingssnelheid ligt bij 26.5° C, dat voor een optimaal aantal jongen de gemiddelde dagelijksche temperatuur nog iets lager moet zijn. Voor de biologie van Myzus in het veld zijn deze temperaturen van veel belang, doordat een gemiddelde dagelijksche temperatuur van 25° C op de bovenondernemingen tot de normale klimaatsomstandigheden behoort.

NAWERKING VAN HOOGE TEMPERATUREN. In een van de eerste proeven, waarbij de temperatuur geregistreerd werd, viel zoowel in ontwikkelingsduur als in aantal voortgebrachte jongen iets zeer merkwaardigs te constateeren. Bezien we daartoe tabel 5.

TABEL 5.

Datum	Aantal indiv.	Aantal dagen waarna voortplanting	Totaal aantal juv. per ind. na 16 dagen	Temperatuur	
				Dagelijksch gemiddelde	Maximum
15/VII—15/VIII 1928	16	8.1	18.2	27.7° C	33° C
7/VIII—1/IX 1928	21	6.4	48.0	27.5° C	31° C
Date	Number of indiv.	Number of days after which propagation starts	Total number of juv. per ind. after 16 days	Temperature	
				Daily mean	Maximum

Een groep van individuen leefde van 15/VII tot 15/VIII, een andere van 7/VIII tot 1/IX. De gemiddelde temperatuur gedurende deze twee tijdvakken was praktisch gesproken gelijk, n.l. in het eerste nog geen 0.2° C. hooger dan in het tweede. A priori zouden we dus een gelijk resultaat wat aantal voortgebrachte jongen en ontwikkelingsduur betreft mogen verwachten. De totale levensduur werd gedurende deze proef niet opgenomen. Een blik op tabel 5 is evenwel voldoende om te laten zien, dat dit niet het geval is. Integendeel de zeer aanmerkelijke verschillen vallen onmiddellijk op. Het leek onwaarschijnlijk, dat het kleine verschil

van nog geen 0.2° C in de gemiddelde dagelijksche temperatuur een dergelijke groote invloed zou kunnen uitoefenen. Daarom werd het temperatuursverloop gedurende de proef eens nader onderzocht. Het bleek toen, dat in het tijdvak van 15/VII tot 1/IX drie perioden te onderscheiden waren. De eerste duurde van 5/VII tot 3/VIII en had een gemiddelde dagelijksche temperatuur van 28 — 29° C, de tweede van 4/VIII tot 15/VIII had een temperatuur van 26 — 27° C, terwijl in de derde periode van 15/VIII tot 1/IX dit gemiddelde ongeveer 28° C was.

In de eerste proef zien we dus, dat de temperatuur begint met een dagelijksch gemiddelde van 28 — 29° C en geleidelijk daalt tot 26° à 27° C, terwijl in de tweede proef juist het tegenovergestelde gebeurt; de temperatuur was in het begin 26 — 27 en stijgt tot 28° C. Het resultaat is voor beide tijdvakken een ongeveer gelijk dagelijksch gemiddelde. De uitwerking op de luizen was evenwel een gansch andere en wel in dit opzicht, dat de hoogere temperatuur gedurende het larvestadium ondervonden een funeste werking op het voortplantingsvermogen gehad scheen te hebben. Om dit nader te onderzoeken werden een reeks proeven ingezet, waarin jonge individuen van Myzus persicae gedurende langere of kortere tijd aan de inwerking van hoogere temperaturen werden blootgesteld en dan werd nagegaan, welke de invloed was op ontwikkelingssnelheid en op het totaal aantal voorgebrachte jongen, gezamenlijk met de levensduur.

De opzet van de proef was de volgende. In een zeer eenvoudige droogstoof werd een temperatuur onderhouden, die schommelde tusschen 33 en 29° C met een gemiddelde gedurende de proef van 30.8° C. Hierin werden de dag na de geboorte 6 groepen van individuen geplaatst. De eerste groep bleef daarin gedurende de geheele levensduur, de tweede gedurende 5 maal 24 uur, de derde 4 × 24 uur en zoo vervolgens tot de zesde groep, die er slechts 1 × 24 uur in verbleef. Een zevende groep van individuen werd niet blootgesteld aan de hoogere temperatuur en diende dus als controle.

De zeer frappante resultaten vindt men samengesteld in het volgende tabelletje.

TABEL 6

Droogstoof	Aantal individuen	Aantal dagen waarna voortplanting	Totaal aantal juv. per ind.
steeds [1]	21	geen voortpl.	0
5 × 24 uur [1]	4	11.3	1.3
4 × 24 uur	6	11.3	2.5
3 × 24 uur	6	9.0	4.0
2 × 24 uur	6	8.8	8.0
1 × 24 uur	6	7.2	40.8
controle [1]	113	7.2	31.3
Incubator	Number of indiv.	Number of days after which propagation starts	Total number of juv. per ind.

In een tweede reeks van proeven, waarin de temperatuur in de droogstoof gemiddeld 30.8° C was, werden de dag na de geboorte 6 groepen van 10 individuen geplaatst, de helft roode de andere helft groene luis. Twee, één roode en één groene groep, bleven hun geheele leven in deze droogstoof, twee andere werden om de andere dag hierin geplaatst, het derde stel om de twee dagen. De gemiddelde temperatuur gedurende dit tijdvak buiten de droogstoof was 27.1° C. Bovendien werd een vierde stel individuen als controle gebruikt. De resultaten vindt men in tabel 7.

Om een geheel zuiver beeld te krijgen van de invloed, die de hooge temperaturen gedurende het larvestadium ondervonden op het voortplantingsvermogen van Myzus persicae uitoefent, zouden deze proeven in verschillende richtingen nog gevarieerd moeten worden. Toch zijn de hier verkregen resultaten reeds dusdanig, dat zij wel eenige conclusie omtrent deze invloed toelaten.

Bezien we eerst tabel 6, dan blijkt daaruit, dat een verblijf van 1 × 24 uur in de hoogere temperatuur geen invloed op de voortplanting en op de ontwikkelingssnelheid heeft gehad. De individuen verkeerden gedurende die tijd in het eerste en in het begin van het tweede larve stadium. Nauwelijks evenwel wordt de inwerkingsduur van de hoogere temperatuur tot 2 × 24 uur verlengd, of er treedt een merkbare vertraging van de ontwikke-

[1] steeds = continuously, uur = hours, controle = control.

TABEL 7

Droogstoof	Aantal individuen	Aantal dagen waarna voortplanting	Totaal aantal juv. per ind.	Kleur
Steeds	10	geen voortpl.	0	groen (green)
om de 24 uur [1])	10	10.3	3.5	
om de 2 × 24 uur	10	9.6	11.3	
controle	40	7.7	30.7	
Steeds	10	geen voortpl.	0	rood (red)
om de 24 uur	10	8 6	13.9	
om de 2 × 24 uur	10	7.8	21.0	
controle	40	7.3	38.7	
Incubator	Number of indiv.	Number of days after which propagation starts	Total number of juv. per ind.	Colour

lingssnelheid op, gepaard met een sterke achteruitgang in het aantal voortgebrachte jongen. Dit accentueert zich nog meer, wanneer de tijd, waarin de individuen in de droogstoof verblijven 3, 4 of 5 × 24 uur wordt. In dit laatste geval ligt het begin van de voortplanting zelfs bij 11.3 dagen, terwijl het aantal jongen per individu niet meer dan 1.3 is. Bij een voortdurend verblijf in deze omgeving komen de individuen niet meer tot voortplanting.

De resultaten zouden van belang kunnen blijken, omdat in de eerste plaats de gebruikte temperaturen, althans wat het maximum betreft, in het veld zeer vaak bereikt worden (het minimum ligt steeds lager) en we hieruit dus tot een nadeelige werking op het voortplantingsvermogen zouden kunnen concludeeren; in de tweede plaats evenwel zou het resultaat van een blootstelling van een maal 24 uur aan de hooge temperatuur de conclusie toelaten, dat een inwerking van minder dan 24 uur geen invloed heeft en dat dus ook in het veld deze temperaturen van geen belang zouden zijn.

Een tweede reeks van proeven, thans zoowel met roode als met groene individuen genomen en waarvan de resultaten reeds in tabel 7 zijn samengesteld, had ten doel te onderzoeken of inderdaad de inwerking van hoogere temperatuur gedurende

1) om de 24 uur = each 24 hours.

1 × 24 uur ook wanneer die na verloop van een bepaalde tijd weer ondervonden werd inderdaad geen invloed had. Zooals uit tabel 7 blijkt was de invloed een zeer duidelijke.

Welke de minimum tijdsduur is gedurende welke de hoogere temperatuur moet inwerken om zijn invloed op ontwikkelingssnelheid en voortplantingsvermogen te doen gelden kon nog niet verder uitgewerkt worden, terwijl bovendien de vraag open blijft in welk larvestadium en waarschijnlijk ook in welke toestand van het ovarium, de invloed het grootst is.

Uit het voorgaande bleek dus wel, dat een langdurige blootstelling aan een hoogere temperatuur een ongunstige invloed had op de verschillende levensverrichtingen van Myzus persicae, en de vraag deed zich nu voor welke de invloed van een meer kortstondig verblijf in een omgeving met hoogere temperatuur zou zijn.

Twee reeksen van proeven worden genomen, waarbij de individuen overdag blootgesteld waren aan de hoogere temperatuur van een droogstoof en 's nachts aan de lagere van een ijskist. Een thermograaf zorgde evenals in alle proeven weer voor de registratie van deze temperaturen. De resultaten zijn samengesteld in tabel 8.

TABEL 8.

Datum	Aantal individuen	Levensduur in dagen	Aantal dagen waarna voortplanting	Totaal aantal juv. per ind.	Temperatuur in °C		
					max.	min.	gem.
10/I—8/II 1929	29	20.5	7.5	66.8	30.3	21.2	24.5
26/II — 24/III 1920	43	16.9	8.6	40.4	33.1	20.0	24.6
Date	Number of ind.	Longevity	Number of days after which propagation starts	Total number of juv. per ind.	Temperature in °C		
					max.	min.	mean

In beide gevallen is de gemiddelde temperatuur gedurende de geheele proef gelijk; het verschil van 0.1 graad kunnen we, waar het dergelijke groote verschillen in de resultaten betreft, verwaarloozen. De gemiddelde minimum temperatuur is in de

eerste proef iets hooger dan in de tweede. Dit was noodig om de gemiddelden ongeveer gelijk te krijgen. Met de invloed hiervan zal bij de beoordeeling der cijfers ongetwijfeld rekening gehouden dienen te worden. De maximum temperatuur wees een aanmerkelijk verschil van ruim 3 graden aan, juist in die temperatuurzone, waarvan we gezien hebben, dat ze voor de ontwikkeling van de luis zoo ongunstig was. De resultaten zijn zeer sprekend. De levensduur is bij de hoogere temperatuur 4.5 dagen korter dan bij de normale terwijl het totaal per individu onder invloed van deze hoogere temperatuur gedaald is van 66.8 tot 40.3. Onder invloed van de hoogere temperatuur werd zooeven gezegd. Geheel juist is dat natuurlijk niet, daar de minimum temperatuur in de tweede proef ook zijn invloed gehad kan hebben, waardoor misschien het aantal jongen eenigszins gedrukt kan zijn. De invloed evenwel, die de iets lagere temperatuur op de levensduur moet hebben, is juist tegengesteld aan hetgeen we hier vinden. Door een lagere temperatuur toch wordt zooals we gezien hebben de levensduur juist verlengd, terwijl we hier een zeer geprononceerde verkorting hebben, die dus geheel voor rekening van de hoogere temperatuur komt.

Vatten we de resultaten van het onderzoek over de invloed van hoogere temperaturen op de levensverrichtingen van Myzus persicae samen, dan kunnen we, hoewel op vele punten nog aanvulling noodzakelijk is, toch dit vaststellen, dat bij een voortdurend verblijf in een omgeving met een temperatuur boven 29° C de voortplanting onmogelijk is en dat ook een korter verblijf een nadeelige werking hierop uitoefent. Hoe hooger de temperatuur, hoe sterker die invloed zal zijn, terwijl sommige larvestadiën als zeer gevoelig aangemerkt moeten worden.

Het groote belang hiervan is wel hierin gelegen, dat temperaturen, die op de voortplanting hun nadeelige invloed uitoefenen, in het veld dagelijks gedurende eenige uren kunnen voorkomen en dat dus de luis zoowel door verkorting van levensduur als wel door een geringer aantal jongen hierop kan reageeren.

HET OPTREDEN VAN GEVLEUGELDE EXEMPLAREN.

Behalve de ongevleugelde wijfjes treden ook gevleugelde exemplaren op, die zich eveneens parthenogenetisch voortplanten en die voor de verspreiding van de soort zorgdragen. Welke de factoren zijn, die het optreden van deze gevleugelde individuen beinvloeden, is niet zoo gemakkelijk na te gaan. *Wadly* (28) vond

bij Rhopalosiphum, die hij op tarwe in potten kweekte, dat het voornamelijk ongunstige levensomstandigheden waren, die het aantal gevleugelden sterk deed toenemen. Ook de temperatuur was van invloed, bij 80 — 70° F was het percentage gevleugelden betrekkelijk gering, bij 62° F steeg het plotseling sterk. Gevleugelde exemplaren hadden een sterke tendenz slechts ongevleugelden voort te brengen. Met dergelijke temperaturen hebben we evenwel hier weinig te maken. Ons interesseert veel meer welke de invloed van temperaturen boven 28° C (= ± 82° F) is.

Het onderzoek naar de factoren, die het ontstaan van gevleugelde individuen beinvloeden, verkeert evenwel nog in een begin stadium. In de tallooze cultures werd slechts eenmaal een gevleugeld individu verkregen, waarbij niet na te gaan was, welke oorzaken dit kon hebben. De eenige factor, die tot nu toe vastgesteld kon worden, is die, welke veroorzaakt wordt door overbevolking. Of hier evenwel gebrek aan voedsel of andere factoren de eigenlijke stimulans vormen, is onbekend; een feit is evenwel, dat overbevolking steeds gepaard gaat met het optreden van gevleugelden. Een klein aantal proeven met potplanten werden genomen om na te gaan, hoe lang het duurde voor de plant verluisd was en in welk stadium dan de gevleugelden optraden. Het spreekt van zelf, dat voor het verluisd zijn geen scherp criterium op te geven is. Dit werd beoordeeld naar het klein blijven van de sterk met luis bezette bladeren en naar het optreden van de zwarte roetdauw. In de vier genomen proeven bleek steeds, dat verluisdheid samen ging met het optreden van gevleugelden en dat dat steeds was ongeveer drie weken, nadat de plant in de pot met een pasgeboren luis geinfecteerd was. Zoowel de roode, de groene als de gele luis gedroegen zich in dit opzicht gelijk. Het aantal bladeren van de plant was, wanneer de gevleugelden optreden, ongeveer 14.

Er moeten evenwel nog andere factoren zijn, die het optreden van gevleugelde exemplaren beinvloeden, want het lijkt mij niet waarschijnlijk, dat de vliegende luis, die van buiten af de tabak infecteert, afkomstig is van planten, die zwaar met luis bezet zijn. Was dit wel het geval, dan zouden toch vrij zeker dergelijke planten gedurende de lange jaren, dat hiernaar in Deli gezocht is, gevonden zijn. Wellicht moeten we aannemen, dat Myzus persicae gedurende de tijd, dat er geen tabak te velde staat zich in telkens enkele exemplaren op andere voedsterplanten ophoudt en dat misschien juist onder invloed van deze voedsterplanten, dus onder invloed van het voedsel zich geregeld gevleugelden

ontwikkelen, die gereedstaan om zoodra er tabak aanwezig is hierop neer te strijken. Tallooze andere vragen omtrent het gedrag van de gevleugelde exemplaren moesten nog onbeantwoord blijven. Getracht werd om met behulp van vangborden gegevens te verzamelen omtrent vlucht, afhankelijkheid daarvan van temperaturen, wind, enz. Deze vangborden gemaakt naar het model zooals ze in Pasoeroean bij de studie van de vlucht van Aphis maidis voor *v. Breemen* (8) gebruikt werden, leverden evenwel geen enkel resultaat op; slechts een enkele maal werden gevleugelde exemplaren daarop aangetroffen. De bestudeering der omstandigheden, waaronder dit plaats had, leverde geen enkele aanwijzing omtrent de oorzaken der vlucht, de afhankelijkheid van de windrichting e.d.; slechts de datum van de vlucht kon worden vastgesteld. We zien dus, dat het onderzoek naar de gevleugelden nog in het eerste beginstadium verkeert en dat verschillende vragen onbeantwoord moeten blijven.

Zoo is het bijv. een bekend verschijnsel, dat op de beneden ondernemingen, waar dus de gemiddelde dagelijksche temperatuur hooger is dan op de z.g. bovenondernemingen de luis veel meer gelocaliseerd blijft. Men vindt dan een groep van tabaksplanten, die sterk met luis bezet zijn en van waaruit geen verspreiding schijnt plaats te grijpen. Of hier de hoogere temperatuur de vlucht van de gevleugelden in ongunstige zin beinvloedt of wel andere invloeden een rol spelen, is een vraag, die niet zonder meer beantwoord kan worden. Ook is soms waargenomen o.a. door *Ainslie* (1) in Minosota, dat vliegende luizen zich slechts bij een bepaalde windrichting i.c. zuidenwind in de lucht verhieven. Het is natuurlijk niet onmogelijk, dat ook hier de windrichting een bepaalde rol kan spelen.

SYRPHIDEN EN COCCINELLIDEN ALS NATUURLIJKE VIJANDEN VAN MYZUS.

Behalve een schimmel, die soms een groot aantal individuen kan dooden, treden als luisverdelgers van werkelijke beteekenis in Deli slechts op de larven van Syrphiden en de larven en imagines van Coccinelliden. Van dezen zijn de eersten verreweg de belangrijkste. De pas uitgeplante tabak is nog maar een weinig met luis bezet of men kan reeds vrij spoedig de vliegen om en nabij de tabak vinden en korte tijd later zijn de larven reeds aanwezig. Zoo werd op 21/1-1929 in uitgeplante tabak voor het eerst luis geconstateerd, terwijl de eerste zweefvlieg op 11/II daar ter plaatse opgemerkt werd. Een week later waren er reeds tallooze

vliegen, terwijl ook overal de larven op de met luis bezette bladeren te vinden waren. De lievenheersbeestjes lieten veel langer op zich wachten, wel waren er zoo nu en dan een paar om en nabij de tabak te vinden, maar het groote aantal kwam toch pas, nadat de tabak reeds zwaar verluisd was. Waren op 11/II de zweefvliegen reeds in ruime mate aanwezig, voor de Coccinelliden moest gewacht worden tot half Maart. Eerst toen waren zij bij tientallen op de verluisde tabak te vinden tegelijk met tallooze groepjes van eieren aan de onderzijde der bladeren tusschen de luizen. Dit late optreden heeft dan ook tot gevolg, dat de Coccinelliden in slechts zeer geringe mate bijdragen tot het verdelgen van de luis en dat hier in hoofdzaak de Syrphiden als de natuurlijke vijanden beschouwd moeten worden, waarvan eventueel bij de bestrijding profijt getrokken zou kunnen worden. Daarvoor is het evenwel noodzakelijk, dat de levensgeschiedenis onder Deli omstandigheden ook bekend wordt. Hiervan weten we nog niets; duur van het larvestadium, hoeveelheid luizen, die gedurende die tijd verbruikt wordt, aantal eieren door de imagines gelegd etc., dat alles is nog volkomen onbekend. Dat ook deze dingen van belang zijn volgt uit de volgende beschouwing. Het komt vrij veel voor, dat een kleinere of grootere groep van tabaksplanten zoodanig verluisd is, dat het blad practisch ongeschikt is om geoogst te worden. Behalve de luizen vindt men op die planten tallooze Syrphiden larven. Wat moet men nu met die planten doen? Door uittrekken en begraven worden natuurlijk alle zich daarop bevindende luizen, ook de gevleugelde exemplaren vernietigd en daarmee een haard van waaruit verdere verspreiding mogelijk is. Bovendien gaan evenwel door dit begraven ook de Syrphiden larven te gronde en daarmee deze haard van waaruit de verdere zeer gewenschte verspreiding had kunnen volgen. Het is nu de vraag wat het zwaarst weegt m.a.w. of de grootere verdelging door de Syrphiden opweegt tegen de grootere verspreiding van de luis door de meerdere gevleugelden. Het spreekt vanzelf, dat voor het beantwoorden van een dergelijke vraag meer bekend moet zijn omtrent de hoeveelheid van Syrphidenlarven en dat in de allereerste plaats noodig is, dat we de rol, die de Syrphiden in de bestrijding der bladluizen spelen, kennen.

INVLOED VAN DE CULTUUR OP MYZUS PERSICAE.

Gedurende de proeven werden steeds individuen gebruikt, die geboren waren uit ouders, welke reeds hun geheele leven in de

petrischalen hadden doorgebracht. Het was natuurlijk gewenscht te onderzoeken of langdurige cultuur onder abnormale omstandigheden, abnormaal vooral wat de relatieve vochtigheid betrof, ook invloed op het voortplantingsvermogen kon hebben. Om dit na te gaan werden eenige parallelle proeven genomen, waarbij in de eene reeks individuen van de oorspronkelijke cultuur gebruikt werden en in de andere nakomelingen in de tweede generatie van individuen uit het veld.

TABEL 9

Datum	Aantal individuen	Afkomst der gebruikte individuen	Levensduur in dagen	Aantal dagen waarna voortplanting	Totaal aantal juv. per ind.
29/XI'28	10	cultuur [1]	11.6	7.4	30.5
	10	uit het veld [1]	14.8	6.7	46.1
13/XI'28	40	cultuur	13.9	7.7	30.7
	21	uit het veld	12.1	7.9	29.0
17/X'28	20	cultuur	13.5	7.0	33.2
	20	uit het veld	11.8	7.3	30.4
Date	number of indiv.	origin of individuals used	longevity	number of days after which propagation starts	total number of juv. per ind.

Zooals blijkt zijn de verschillen evenwel meestal gering en niet standvastig, zoodat we zonder bezwaar de cijfers, die verkregen zijn uit de eerste proeven kunnen vergelijken met die der latere. Op de langere duur schijnt het evenwel niet buitengesloten, dat de invloed van de voortdurende relatieve vochtigheid van 100 % een degeneratieve invloed op het voortplantingsvermogen zal uitoefenen.

[1]) cultuur = petridish culture, uit het veld = foodplants in the field.

DE VERMEERDERINGSMOGELIJKHEID VAN MYZUS.

De resutaten van de verschillende kweekproeven verschaffen ons voldoende gegevens om een indruk te krijgen van de vermeerderingsmogelijkheden van Myzus persicae, wanneer bestrijdingsmaatregelen achterwege blijven. In voor de luis eenigszins normale omstandigheden, wanneer we het optreden van verdelgers zooals Syrphiden en Coccinelliden buiten beschouwing laten en aannemen, dat er door regen en wind geen luis te gronde gaat, omstandigheden, die vooral in het begin van de planttijd zullen voorkomen, kunnen we voor de gemiddelde levensduur een tijdvak van 16 dagen aannemen en voor het aantal jongen, dat gedurende die tijd voortgebracht wordt, een gemiddelde van 5 per dag. De ontwikkelingsduur is gemiddeld 6 dagen, zoodat er voor de voortbrenging 10 dagen overschieten. Het totaal aantal jongen voor een individu wordt dan 50. Uitgaande van deze gegevens, die in normale jaren zonder ernstige luizenplaag der werkelijkheid wel zeer nabij zullen komen, kunnen we berekenen hoe groot theoretisch het aantal nakomelingen is na een willekeurig aantal dagen. De berekening, die ik de lezer wil sparen, geeft de volgende resultaten:

TABEL 10.

	Aantal individuen	Filiale generaties
1e dag	1	
6e dag	1	
12e dag	31	1e
18e dag	575	1e en 2e
24e dag	8840	1e, 2e en 3e
30e dag	125160	1e, 2e, 3e en 4e
36e dag	1726725	2e, 3e, 4e en 5e
42e dag	32207250	2e, 3e, 4e, 5e, en 6e

Deze theoretisch verkregen cijfers konden in een geval gecontroleerd worden, toen het aantal luizen geteld werd, dat op een verluisde potplant met 14 bladen aanwezig was 23 dagen nadat een pasgeboren luis daarop geplaatst was. Dit aantal bedroeg ruim 5500, terwijl het theoretische aantal 6020 bedraagt. Bekijken we de geheele reeks van cijfers, dan blijkt, dat zoodra het aantal eenigszins aanmerkelijk is geworden, het aantal om de vijf dagen onge-

veer vertienvoudigd wordt. Een groot deel van dat aantal is dan natuurlijk nog niet volwassen. Bij een groote populatie kunnen we aannemen, dat het percentage nog niet tot voortplanting gekomen luizen ongeveer 90 % is van het totale aantal. We moeten thans nagaan, welke beteekenis de verkregen cijfers hebben voor de praktijk en wat ze ons kunnen leeren omtrent de resultaten, die we met een bestrijding van de luizenplaag kunnen bereiken. We hebben reeds gezien, dat een plant na een 23 dagen verluisd kan zijn (pag. 26). Nemen we aan, dat volkomen luisvrije bibit uitgeplant is, dan bestaat dus de mogelijkheid, dat na drie weken reeds verluisde planten in de aanplant optreden. Wordt volwassen luis vanuit de zaadbedden meegenomen, dan kan deze tijd met een week en meer verkort worden en kunnen we dus reeds binnen veertien dagen verluisde planten verwachten.

In de tweede plaats leeren deze cijfers ons, dat een populatie na 2 dagen $2^1/_2$, na vijf dagen reeds 10 maal zoo groot is geworden. Wanneer we nu een oogenblik aannemen, dat door de bespuiting 90 % van de luizen gedood is, dan volgt uit deze vermeerderingssnelheid, dat het resultaat van de bespuiting na 5 dagen is te niet gedaan, en dat, wil men dus eenig blijvend resultaat hebben, men binnen die tijd terug moet komen. Nu is evenwel op het oogenblik nog niet met zekerheid te zeggen welk percentage bij een normale bespuiting gedood wordt. Absolute gegevens, die ons eenig houvast kunnen geven, ontbreken nog en kunnen slechts verkregen worden door zeer tijdroovende tellingen. We moeten dus slechts afgaan op indrukken en ik geloof inderdaad, dat 90 % in doorsnee reeds een zeer mooi percentage is. Op sommige plaatsen zal ongetwijfeld meer gedood worden, terwijl ook op de grootere bladen dit wel zal kunnen stijgen tot in doorsnee 95 %. In het hart van de plant wordt het evenwel zeker nooit bereikt, hetgeen niet slechts ligt in de morphologische eigenaardigheid van de sterk behaarde kleine bladeren doch ook voor een groot deel in de vaak nog onvoldoende wijze, waarop in het hartje gespoten wordt, vooral wanneer om het loodarsenaat niet weg te spuiten het hartje gedurende de bespuiting dicht geknepen wordt. Onmiddellijk met de bestrijding beginnen, grondig spuiten ook in het hartje en zoo spoedig mogeijk op het eens bespoten terrein terugkomen, zijn daarom voor een goede luisbestrijding een eerste vereischte.

SAMENVATTING.

Myzus persicae komt in Deli slechts in vrouwelijke exemplaren voor, die zich dus steeds parthenogenetisch voortplanten. Gevleu-

gelde exemplaren ontstaan op de tabaksplanten als gevolg van overbevolking reeds ongeveer 3 weken nadat een jong exemplaar van Myzus daarop gekomen is; er moeten evenwel nog andere oorzaken zijn, waardoor het optreden van gevleugelde exemplaren in de hand gewerkt wordt.

Wanneer de tabak zwaar met luis bezet is, kan op praktisch elke plant, die onder of in de nabijheid van deze tabak groeit, luis gevonden worden. Dit is evenwel geen aanwijzing om die planten als voedsterplanten te beschouwen. Portulaca en waarschijnlijk ook Physalis bleken in petrischaalproeven ongeschikt om Myzus persicae tot voldoende voortplanting te brengen; proeven met bladeren van Ipomoea triloba gaven bij die methode evenwel dezelfde goede resultaten als blad van pas verspeende tabaksplanten. Op de bladeren van oude tabak scheen de luis in zijn voortplantingsvermogen geremd te worden.

De relatieve vochtigheid bleek weinig invloed op de levensverrichtingen van Myzus persicae te hebben.

De aanwezigheid van waterdruppels op de bladeren van tabak, zooals die bij vochtig weer zeer veelvuldig aan de klierharen hechten, bleken vooral aan de jonge individuen de dood door verdrinken te brengen. Dit is vermoedelijk de oorzaak, dat soms na het invallen van de regens de luizenplaag verdwijnt.

De gemiddelde dagelijksche temperatuur schommelt om de optimum temperatuur voor de levensuitingen van Myzus persicae. Dagelijks wordt in de loop van de dag dit optimum naar gelang van de hoogere of lagere ligging der ondernemingen korter of langer overschreden, en dit overschrijden, zelfs gedurende enkele uren per dag, bleek remmend op het voortplantingsvermogen te werken.

Vooral hooge temperatuur gedurende een van de larvestadien ondervonden bleek deze eigenschap in sterke mate te bezitten. Welk stadium het meest gevoelig hiervoor is, kon nog niet worden nagegaan.

In het algemeen kan worden gezegd, dat onder klimaatsomstandigheden van de bovenondernemingen in Deli in jaren, dat de luizenplaag niet in hevige mate optreedt, Myzus de vier larvestadiën in 6 dagen heeft doorloopen en dat de zevende dag met de voortplanting wordt begonnen. Het gemiddelde aantal jongen per individu is ongeveer 50, terwijl de gemiddelde levensduur 16 dagen is.

Medan, Juni 1929.

SUMMARY

SOME RESULTS OF AN INVESTIGATION ON THE BIOLOGY OF MYZUS PERSICAE SULZER.

The Aphid Myzus persicae Sulzer is a pest of the tobacco in Deli. Only females are known and these propagate parthenogenetically. The alate individuals can be found three weeks after one nymph has been placed on the tobacco plants. Crowding seems to be one of the factors, which gives rise to the alate forms but this cannot be the only cause; there must be still others, which we don't yet know.

As soon as the tobacco plants are crowded with aphids specimens can also be found on the surrounding weeds. This fact however is no reason to consider these plant as their foodplants. Viz. nor Portulaca oleracea, nor probably Physalis angulata are genuine foodplants for Myzus in Deli.

In petridish-experiments Ipomoea gave as foodplant the same good results as leaves of young tobacco plants. On the leaves of old tobacco plants however Myzus did not seem to propagate as good as on the leaves of young tobacco.

Myzus persicae proved to be rather indifferent to the influence of different relative humidities.

The presence of waterdrops on tobacco leaves by damp waether leads the nymphs to death. This explains the fact that sometimes after rainfalls the aphid pest ceases or decreases.

The average daily temperature in Deli varies round the optimum temperature for Myzus persicae. Daily temperatures may occur, which exceed this optimum and these high temperatures affect the propagation of the aphid.

Specially during one of the larval stages high temperatures possess these qualities to inflict damage on propagation.

Generally speaking we may say, that under climatic conditions prevailing on higher situated estates in Deli Myzus persicae develops in six days. There are four larval stages. On the seventh day propagation starts. The average number of nymphs is 50 per individual, the average longevity is 16 days.

LITERATUUR.

1. Ainslie, C. N. Notes on the recent outbreak of Toxoptera graminum.
Journ. Econ. Ent., Vol. 19, 1926, p. 800-801.

2. Bachmetjew, P. Experimentelle entomologische Studien II.
Sophia, 1907, p. 689.

3. Baker, A. C. Survival expectancies of two Aphids.
Journ. Econ. Ent., Vol. 19, 1926, p. 648-650.

4. Beattie, Mary V. F. Observations on the thermal deathpoints of the Blow-fly at different relative humidities.
Bull. Ent. Res., Vol. 18, 1927, p. 397-403.

5. Blunck, H. Die Entwicklung des Dytiscus marginalis L. von Ei bis zur Imago.
II Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 121, 1923, p. 173-391.

6. Bodenheimer, F. S. Uber die Voraussage der Generationenzahl von Insecten III; Die Bedeutung des Klimas für die Landwirtschaftliche Entomologie.
Zeitschr. f. angew. Ent., Bd. 12, 1926, p. 91-122.

7. Börner, C. Uber den Einflusz der Nahrung auf die Entwicklungsdauer von Pflanzenparasiten nach Untersuchungen an der Reblaus.
Zeitschr. f. angew. Ent., Bd. 13, 1927, p. 108-128.

8. Breemen, P. J. van Strepenziekte en bladluizen.
Archief v. d. Suikerind. in Ned.-Indië. Jrg. 34, Deel III, 1926, p. 910-912.

9. Bremer, H. Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insecten.
Zeitschr. f. angew. Ent., Bd. 14, 1928, p. 254-272.

10. Cook, W. C. Some effects of alternating temperatures on the growth and metabolism of cutworm larvae.
Journ. Econ. Ent., Vol. 20, 1927, p. 769-782.

11. de Long, D. M. & Mathewson, A. A. The influence of temperature and humidity upon the development of Myzus houghtonensis Troop.
Journ. Econ. Ent., Vol. 18, 1925, p. 172-176.

12. Fulmek, L. De Delische Tabaksluis op krokot (Portulacca oleracea) gevonden.
Vlugschrift van het Deli Proefstation, No. 26, 1924.

13. Fulmek, L. Zuigende Insecten op Deli-Tabak.
Bulletin van het Deli Proefstation, No. 22, 1925.

14. Gillette, C. P. Notes and descriptions of some orchard plant lice of the family Aphididae.
Journ. Econ. Ent., Vol. 1, 1908, p. 359-362.

15. Headlee, Th. J. Some data on the effect of temperature and moisture on the rate of insect metabolism.
Journ. Econ. Ent., Vol. 7, 1914, p. 413-417.

16. Horsfall, Life History Studies of Myzus persicae Sulzer.
Pennsylvania Agric. Expt. Sta. Bull. No. 185, 1924.

17. Janisch, E. Die Temperaturabhängigkeit von Insekten.
Pflügers Archiv, Bd. 209, 1925, p. 414-436.

18. Martini, E. Uber die Wärmesummenregel.
Zeitschr. f. angew. Ent., Bd. 11, 1925, p. 301-305.

19. Martini, E. Uber die Kettenlinie und die Exponentialkurve überhaupt als Bilder für die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Wärme.
Zeitschr. f. angew. Ent., Bd. 14, 1928, p. 273-284.

20. Peairs, L. M. The relation of temperature to insect development.
Journ. Econ. Ent., Vol. 7, 1914, p. 174-181.

21. Pierce, W. D. A new interpretation of the relationships of temperature and humidity to insect development.
Journ. Agric. Res., Vol. 5, 1916, p. 1183-1192.

22. Sanderson, E. D. The relation of temperature to the growth of insects.
Journ. Econ. Ent., Vol. 3, 1910, p. 113-140.

23. Shelford, V. E. Methods for the experimental study of the relations of insects to weather.
Journ. Econ. Ent., Vol. 19, 1926, p. 251-261.

24. Shelford, V. E. The relation of abundance of parasites to weather conditions.
Journ. Econ. Ent., Vol. 19, 1926, p. 283-289.

25. Shull, A. F. Duration of light and the wings of the aphid Macrosiphum solanifolii.
Arch. Entw. mech. Organ., Bd. 113, 1928, p. 210-239.

26. Takahashi, R. Some Aphididae of Sumatra.
Bulletin van het Deli Proefstation, no. 24, 1925.

27. Taylor, E. P. Life history notes and control of the green peach aphis Myzus persicae.
Journ. Econ. Ent., Vol. 1, 1908, p. 83-91.

28. Wadley, F. M. Factors affecting the proportion of alate and apterous forms of Aphids.
Ann. Ent. Soc. Amer., Vol. 16, 1923, p. 279-303.

29. Weed, A. Metamorphosis and reproduction in apterous forms of Myzus persicae Sulzer as influenced by temperature and humidity.
Journ. Econ. Ent., Vol. 20, 1927, p. 150.-157.